



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 101 16 339 A 1**

⑤) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 04 D 15/00**  
F 04 B 49/06

21 Aktenzeichen: 101 16 339.8  
22 Anmeldetag: 2. 4. 2001  
43 Offenlegungstag: 17. 10. 2002

⑦① Anmelder:

74 Vertreter:

72 Erfinder:

56 Entgegenhaltungen:

DE	199	31	961	A1
DE	196	30	384	A1
DE	44	23	736	A1
EP	06	96	842	A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

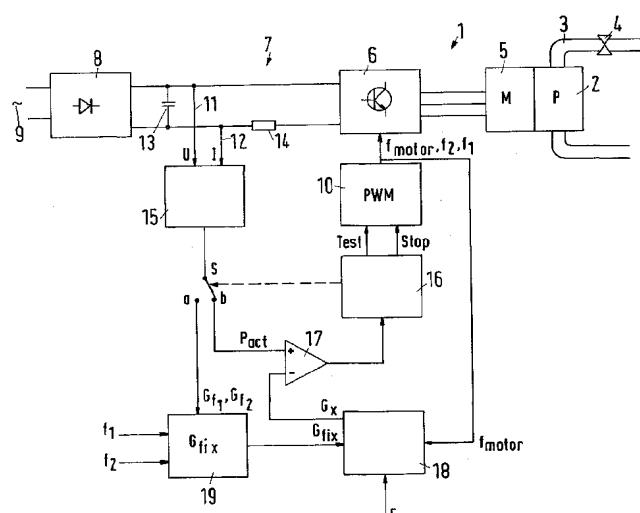
Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

## ⑤4) Verfahren zum Betreiben einer Zentrifugalpumpe

57 Es wird angegeben ein Verfahren zum Betreiben einer Zentrifugalpumpe (2), die von einem Elektromotor (5) mit variabler Frequenz angetrieben wird, bei dem man einen zu geringen Durchfluß durch die Pumpe (2) durch Überwachen elektrischer Größe übermittelt, und eine Pumpenanordnung (1) mit einer Zentrifugalpumpe (2), einem Elektromotor (5), der die Zentrifugalpumpe (2) antreibt, einem gesteuerten Frequenzumrichter (6), der den Elektromotor (5) speist, einer Sensorenanordnung (12, 13) und einer Auswerteeinrichtung (15-19).

Man möchte auf einfache Weise erkennen, wenn kein Durchfluß vorhanden ist.

Hierzu ist vorgesehen, daß man die elektrische Leistung ermittelt und mit einer Kontrollgröße vergleicht, die in Abhängigkeit von der Frequenz des Motors (5) gebildet wird. Die Sensoreinrichtung ermittelt Werte für die Bestimmung der elektrischen Leistung, und die Auswerteeinrichtung weist einen dynamischen Grenzwertbildner (18) auf, der in Abhängigkeit von der Frequenz des Motors (5) eine Kontrollgröße bildet.



## Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Betreiben einer Zentrifugalpumpe, die von einem Elektromotor mit variabler Frequenz angetrieben wird, bei dem man einen zu geringen Durchfluß durch die Pumpe durch Überwachen elektrischer Größen ermittelt.

[0002] Ein derartiges Verfahren ist aus EP 0 696 842 A1 bekannt. Dort wird im Betrieb eine Standard Frequenz-Spannungs-Beziehung überwacht. Ferner wird ein Strom im Zwischenkreis überwacht. Wenn sich herausstellt, daß der Stromwert kleiner ist, als er für das normale Frequenz-Spannungs-Verhältnis eigentlich zu erwarten wäre, dann geht man davon aus, daß die Pumpe ohne Last arbeitet. In einem derartigen Fall wird der Wechselrichter ausgeschaltet und der Motor gestoppt.

[0003] Der Elektromotor einer derartigen Pumpe wird normalerweise auch von dem geförderten Fluid gekühlt. Es ist deswegen nötig, Schutzmaßnahmen zu ergreifen, um zu verhindern, daß die Pumpe zerstört wird, wenn kein Durchfluß vorhanden ist. Eine derartige Situation kann beispielsweise dann auftreten, wenn die Zuflußleitung verstopft ist oder versehentlich ein Ventil dort geschlossen worden ist. In diesem Fall wird die verbleibende Flüssigkeit erhitzt, unter Umständen bis zum Siedepunkt, und die Pumpe oder ihre Teile und anschließende Leitungen können aufgrund der Temperatur oder durch Druckstöße zerstört werden.

[0004] Vielfach benutzt man Sensoren in den Leitungen oder in Vorratsgefäßen, um festzustellen, ob dort genügend Fluid vorhanden ist oder nicht. Derartige Sensoren arbeiten optisch oder sind als mechanische Schwimmer ausgebildet. In allen Fällen sind sie störungsanfällig und bedürfen einer gewissen Wartung.

[0005] Man hat daher im bekannten Fall den Strom als elektrische Größe verwendet, mit deren Hilfe festgestellt werden soll, ob ein Zustand vorliegt, in dem kein Durchfluß erfolgt. Die Kontrolle oder Überwachung funktioniert aber nur in einem relativ eng umgrenzten Betriebsbereich.

[0006] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, auf einfache Weise zu erkennen, wenn kein Durchfluß vorhanden ist.

[0007] Diese Aufgabe wird bei einem Verfahren der ein- gangs genannten Art dadurch gelöst, daß man die elektrische Leistung ermittelt und mit einer Kontrollgröße vergleicht, die in Abhängigkeit von der Frequenz des Motors gebildet wird.

[0008] Bei dieser Vorgehensweise ist man nicht mehr auf einen festen Schwell- oder Grenzwert angewiesen, bei des- sen Unterschreiten eine Routine eingeleitet wird, die letzt- endlich den Pumpenmotor stillsetzt. Man paßt vielmehr die- sen Schwellwert dynamisch der Betriebsfrequenz des Mo- tors an. Auf diese Weise ist es möglich, die Erkennung, ob ein Durchfluß vorliegt oder nicht, mit einer wesentlich höhe- ren Genauigkeit durchzuführen und zwar unabhängig da- von, ob der Motor in seinen Nenn-Betriebspunkt betrieben wird oder ob er davon abweichende Drehzahlen aufweist. Das Verfahren ist daher besonders geeignet bei Zentrifugal- pumpen, die über einen großen Drehzahlbereich arbeiten, beispielsweise um die Förderleistung zu regeln, wie dies aus DE 199 31 961 A1 bekannt ist. Die Erfindung beruht auf der Tatsache, daß der Leistungsverbrauch einer Zentrifugal- pumpe bei fallendem Durchfluß abfällt. Werden solche Kennlinien mit der Motorfrequenz als Parameter in einem Leistungs-/Durchflußdiagramm aufgetragen, ergibt sich im Bereich von kleineren Durchflußmengen ein eindeutiger Zu- sammenhang zwischen Durchfluß und Leistung.

[0009] Vorzugsweise ermittelt man die Kontrollgröße mit Hilfe einer Referenzleistung, die für eine vorbestimmte Re-

ferenzfrequenz gilt. Die vorbestimmte Referenzfrequenz läßt sich beispielsweise aus dem Datenblatt der Pumpe ent- nehmen. Aus diesem Datenblatt kann normalerweise eine Leistung entnommen werden, die aufgebracht werden muß, um die Pumpe auch ohne Durchfluß anzutreiben und zwar für eine bestimmte Referenzfrequenz. Wenn nun die aktuelle Motorfrequenz von der Referenzfrequenz abweicht, ist ein unmittelbarer Vergleich der elektrischen Motorleistung mit einem Referenzwert nicht möglich. Man rechnet daher die Referenzleistung in Abhängigkeit von der aktuellen Fre- quenz und der Referenzfrequenz um, um so die entspre- chende Kontrollgröße zu gewinnen, die man für den Ver- gleich gebrauchen kann.

[0010] Vorzugsweise enthält die Kontrollgröße ein Pro- dukt, dessen einer Faktor von einem Benutzer vorgebbar ist. Damit trägt man der Tatsache Rechnung, daß unterschiedli- che Benutzer auch unterschiedliche Annäherungen an kriti- sche Situationen wünschen. Benutzer, die ein höheres Si- cherheitsbedürfnis haben, werden den Faktor entsprechend 15 größer wählen. In diesem Fall wird ein Fehlerfall angezeigt bzw. eine Fehlerbehandlungsroutine mit Stillsetzen des Mo- tors bereits dann eingeleitet, wenn noch ein kleiner Durch- fluß vorhanden ist. Andere Benutzer, die risikofreudiger sind, können bis nahe an die Belastungsgrenze des Motors 20 gehen und den Motor tatsächlich erst dann stillsetzen, wenn überhaupt kein Durchfluß mehr vorhanden ist. Die Wahlfrei- heit wird einfach dadurch geschaffen, daß man den einen 25 Faktor verwendet.

[0011] Hierbei ist besonders bevorzugt, daß der Faktor 30 größer als eins gewählt wird. Dabei geht man davon aus, daß die aktuelle Leistung im Grunde nicht niedriger werden kann als die theoretisch kleinste Leistung des Motors. Wenn man daher bestimmt, daß die Kontrollgröße immer mit ei- nem Faktor größer als eins gebildet wird, dann ist man auf 35 jeden Fall auf der sicheren Seite und Fehler durch den Benutzer werden ausgeschlossen.

[0012] In einer vorteilhaften Ausgestaltung ist vorgese- hen, daß man mindestens zwei Messungen der Leistung des 40 Motors bei unterschiedlichen Frequenzen und ohne Durch- fluß durch die Zentrifugalpumpe durchführt und daraus eine Basis für die Kontrollgröße ermittelt. Bei dieser Vorgehens- weise ist man noch nicht einmal darauf angewiesen, die Nennleistung des Motors bei einer Nennfrequenz zu kennen. Dafür gewinnt man mit dieser Vorgehensweise aber die 45 Möglichkeit, weitere Verluste in Betracht ziehen zu können, wie sie beispielsweise in einem Wechselrichter entstehen können, der für die Versorgung des Elektromotors mit varia- bler Frequenz sorgt.

[0013] Hierbei ist besonders bevorzugt, daß man die Basis 50 nach folgender Formel ermittelt:

$$G_{fix} = \frac{G_{f_2} - G_{f_1} \left( \frac{f_2}{f_1} \right)^3}{1 - \left( \frac{f_2}{f_1} \right)^3}$$

60 wobei  $G_{fix}$ : feste Verlustleistung

$f_1$ : erste Frequenz

$f_2$ : zweite Frequenz

$G_{f_1}$ : elektrische Leistung des Motors bei Frequenz  $f_1$

$G_{f_2}$ : elektrische Leistung des Motors bei Frequenz  $f_2$ .

[0014] Mit dieser Vorgehensweise berücksichtigt man elektrische Leistungen, die nicht unmittelbar einen Nieder- schlag in der Förderleistung der Pumpe finden. Die Bestim- mung der Kontrollgröße wird mit einer derartigen Leistung

wesentlich genauer.

[0015] Vorzugsweise bestimmt man die Kontrollgröße nach folgender Beziehung:

$$G_x = \left[ (G_{f_1} - G_{fix}) \times \left( \frac{f_x}{f_1} \right)^3 + G_{fix} \right] \times F$$

wobei  $f_x$ : aktuelle Frequenz

$G_x$ : Kontrollgröße

F: Faktor

und die übrigen Größen wie oben angegeben ist. Es ist zu erkennen, daß die Kontrollgröße frequenzabhängig ermittelt wird, wobei zusätzlich elektrische (Verlust-) Leistungen Beachtung finden, die nicht unmittelbar auf die Förderleistung der Pumpe zurückzuführen sind.

[0016] Die Erfindung betrifft auch eine Pumpenanordnung mit einer Zentrifugalpumpe, einem Elektromotor, der die Zentrifugalpumpe antreibt, einem gesteuerten Frequenzumrichter, der den Elektromotor speist, einer Sensoreinrichtung und einer Auswerteeinrichtung.

[0017] Bei dieser Pumpenanordnung wird die oben angegebene Aufgabe dadurch gelöst, daß die Sensoreinrichtung Werte für die Bestimmung der elektrischen Leistung ermittelt und die Auswerteeinrichtung einen dynamischen Grenzwertbildner aufweist, der in Abhängigkeit von der Frequenz des Motors eine Kontrollgröße bildet.

[0018] Mit einer derartigen Pumpenanordnung läßt sich eine Überwachung auf Durchfluß oder Nicht-Durchfluß relativ einfach realisieren, ohne daß man bei von einer Referenzfrequenz abweichenden Betriebsfrequenz des Motor größere Unsicherheiten in Kauf nehmen müßte.

[0019] Die Erfindung wird im folgenden anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels in Verbindung mit einer Zeichnung beschrieben. Hierin zeigen:

[0020] Fig. 1 eine erste Ausführungsform einer Pumpenanordnung und

[0021] Fig. 2 eine zweite Ausführungsform einer Pumpenanordnung.

[0022] Fig. 1 zeigt eine Pumpenanordnung 1 mit einer Zentrifugalpumpe 2, die ein Fluid, beispielsweise Wasser, durch ein Leitungssystem 3 fördert, von dem eine Zufluß- und eine Abflußleitung dargestellt sind. In der Zuflußleitung ist ein Ventil 4 angeordnet, mit dessen Hilfe man, wie weiter unten näher erläutert wird, einen Betriebszustand herstellen kann, in dem der Durchfluß durch die Pumpe 2 unterbrochen ist.

[0023] Die Zentrifugalpumpe 2 ist von einem Motor 5 angetrieben, genauer gesagt einem Elektromotor, vorzugsweise einem Induktionsmotor, wie Asynchronmaschine. Der Motor 5 wird mehrphasig, im vorliegenden Fall dreiphasig, von einem Umrichter 6 gespeist, der seinerseits über einen Gleichstromzwischenkreis 7 versorgt wird. Der Gleichstromzwischenkreis 7 kann seine elektrische Leistung von einem Gleichrichter 8 erhalten, der aus einem Netz 9 gespeist wird. Es ist prinzipiell aber auch möglich, daß anstelle des Gleichrichters 8 eine andere Gleichspannungsquelle vorgesehen ist, beispielsweise eine Batterie.

[0024] Der Umrichter 6 wird von einer Steuereinrichtung 10 pulsbreitenmoduliert gesteuert. Eine derartige Anordnung mit PWM-gesteuertem Umrichter 6 zur Versorgung eines elektrischen Motors 5 ist allgemein bekannt.

[0025] Im Gleichstromzwischenkreis 7 ist ein Spannungssensor 11 und ein Stromsensor 12 vorgesehen, die durch Pfeile symbolisiert sind. Beispielsweise ermittelt der Spannungssensor 11 eine Spannung über eine Zwischenkreiskapazität 13, während der Stromsensor einen Spannungsabfall über einen Zwischenkreiswiderstand 14 ermittelt. Der Zwi-

schenkreisstrom I und die Zwischenkreisspannung U werden einer Leistungsermittlungseinrichtung 15 zugeführt, die aus der Spannung U und dem Strom I die elektrische Antriebleistung des Motors 5 ermitteln. Ermittelt wird tatsächlich eine etwas größere Leistung, weil in der so ermittelten Leistung auch noch Verlustleistungen des Umrichters 6 und des Motors 5 enthalten sind.

[0026] Die Darstellung ist lediglich schematisch. Selbstverständlich sind auch andere Möglichkeiten zur Leistungserfassung denkbar.

[0027] Ein Schalter S ist vorgesehen, um zwischen dem dargestellten Betrieb, bei dem die Leistungsermittlungseinrichtung 15 mit einem Kontakt b verbunden ist, und einen Testbetrieb, bei dem die Leistungsermittlungseinrichtung 15 mit einem Kontakt a verbunden ist, umzuschalten. Das Umschalten erfolgt unter der Steuerung einer Steuereinheit 16.

[0028] Der Kontakt b des Schalters S ist mit dem positiven Eingang + eines Komparators 17 verbunden, dessen Ausgang mit der Steuereinheit 16 verbunden ist. Der negative Eingang – des Komparators 17 ist mit einem dynamischen Grenzwertbildner 18 verbunden, dessen Arbeitsweise weiter unten beschrieben wird. Die Steuereinheit 16 wiederum ist mit der Steuereinrichtung 10 verbunden und kann dorthin mindestens zwei Betriebssignale weitermelden, die schematisch als "Test" und "Stop" dargestellt sind.

[0029] Der Ausgang der Steuereinrichtung 10 gibt die Frequenz des Motors  $f_{Motor}$  an den dynamischen Grenzwertbildner 18 weiter. Der dynamische Grenzwertbildner 18 hat darüber hinaus einen Eingang, über den ein Benutzer einen Faktor F eingeben kann. Eine hierzu notwendige Eingabeinrichtung ist nicht näher dargestellt.

[0030] Ferner ist der dynamische Grenzwertbildner 18 verbunden mit einer Berechnungseinrichtung 19, die mit dem Kontakt a des Schalters S verbunden ist. Die Berechnungseinrichtung 19 weist einen Eingang auf, in den zwei unterschiedliche Frequenzwerte  $f_1$ ,  $f_2$  eingebbar sind, die durch zwei Pfeile symbolisiert sind.

[0031] Die Elemente 15 bis 19 und der Schalter S bilden eine Auswerteeinrichtung.

[0032] Die Pumpenanordnung 1 wird nun vor der erstmaligen Inbetriebnahme in einen Testmodus versetzt, in dem der Schalter 5 die Leistungsermittlungseinrichtung 15 mit dem Kontakt a verbindet. Das Ventil 4 wird geschlossen, so daß die Pumpe 2 ohne Durchfluß arbeitet. Der Motor 5 wird nun mit einer ersten Frequenz  $f_1$  und dann mit einer zweiten Frequenz  $f_2$  angetrieben. In beiden Fällen ist die Betriebszeit nur kurz, so daß keine thermische Überlastung auftritt.

[0033] Der Benutzer ist noch frei, einen Faktor F in den dynamischen Grenzwertbildner 18 einzugeben. Falls er dies nicht macht, wird ein vorgegebener Faktor F verwendet, beispielsweise 1,2.

[0034] Bei den beiden Testläufen mit den beiden Frequenzen  $f_1$  und  $f_2$  ermittelt man zwei Leistungen, nämlich  $G_{f1}$  bei der Frequenz  $f_1$  und  $G_{f2}$  bei der Frequenz  $f_2$ . In einem Leistungs-/Durchflußdiagramm mit der Leistung auf der Ordinate entsprechen  $G_{f1}$  und  $G_{f2}$  den Schnittpunkten mit der Ordinate. Aus diesen beiden elektrischen Leistungen läßt sich nun ein Wert  $G_{fix}$  ermitteln, der nicht nur die Verlustleistung im Stator, im Rotor und im Wechselrichter widerspiegelt, sondern im Grunde alle parasitären Leistungen und Leistungsverluste umfaßt, die nicht unmittelbar in die Antriebleistung der Pumpe 2 mit einfließen.

[0035] Diese Leistung  $G_{fix}$  ermittelt man nach folgender Gleichung:

$$G_{fix} = \frac{G_{f_2} - G_{f_1} * \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^3}{1 - \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^3}$$

[0036] Daraus geht hervor, daß die Leistung  $G_{Fix}$  abhängig ist von der dritten Potenz des Verhältnisses der beiden Frequenzen. Zweckmäßigerweise wird man daher einen ausreichenden Abstand zwischen den Frequenzen wählen und die Frequenz  $f_1$  beispielsweise doppelt so groß machen wie Frequenz  $f_2$ .

[0037] Wenn dieser Test durchgeführt worden ist, dann wird der Schalter S umgeschaltet und der Wert  $G_{Fix}$  kann im folgenden verwendet werden, um die dynamische Kontrollgröße  $G_x$  zu ermitteln. Diese Kontrollgröße ergibt sich aus folgender Gleichung:

$$G_x = \left[ (G_{f_1} - G_{fix}) \times \left(\frac{f_x}{f_1}\right)^3 + G_{fix} \right] \times F$$

[0038] Man ermittelt also für jede Motorfrequenz eine Kontrollgröße und vergleicht diese Kontrollgröße im Vergleicher 17 mit der aktuellen Antriebsleistung des Motors  $P_{act}$ . Wenn sich herausstellt, daß diese Leistung  $P_{act}$  kleiner ist als die dynamische Kontrollgröße  $G_x$ , dann schließt man daraus, daß die Pumpe leerläuft, die Pumpenanordnung 1 also ohne Durchfluß betrieben wird oder der Durchfluß zumindest zu niedrig ist. In diesem Fall erzeugt die Steuereinheit 16 ein Signal "Stopp", durch das die Steuereinrichtung 10 und damit auch der Umrichter 6 stillgesetzt werden.

[0039] Wenn der Durchfluß bei mehreren aufeinander folgenden Abtastungen als zu niedrig ermittelt wird, dann sollte der Faktor F etwas erniedrigt werden, um einen weiteren Betrieb zu ermöglichen. Hierbei ist allerdings ein gewisses Fingerspitzengefühl erforderlich, weil eine zu starke Erniedrigung einen Fehler nicht mehr erkennbar macht.

[0040] Fig. 2 zeigt eine abgewandelte Ausführungsform, bei der gleiche Teile mit den gleichen Bezugszeichen versehen sind. Entsprechende Teile sind mit gestrichenen Bezugszeichen versehen.

[0041] Bei dieser Ausgestaltung ist es nicht notwendig, den Testbetrieb bei zwei unterschiedlichen Frequenzen auszuführen. Vielmehr wird für eine bestimmte Frequenz  $f_1$  ein Wert  $G_{f_1}$  für die Leistung vorgegeben. Diese beiden Werte lassen sich beispielsweise einem Datenblatt der Zentrifugalpumpe 2 entnehmen. Die beiden Werte  $f_1, G_{f_1}$  werden sowohl dem dynamischen Grenzwertbildner 18 als auch der Berechnungseinrichtung 19 zugeführt. In einem Test muß dann lediglich noch ein Testlauf durchgeführt werden und zwar bei einer Frequenz  $f_2$ , die praktisch beliebig gewählt werden kann. Sie darf nur nicht gleich der Frequenz  $f_1$  sein. Die übrige Vorgehensweise ist dann die gleiche, wie in Verbindung mit Fig. 1 beschrieben.

[0042] In einer graphisch nicht dargestellten Ausführungsform bestimmt die Auswerteeinrichtung vollautomatisch die Basis und die Kontrollgröße. Die Testfrequenzen  $f_1$  und  $f_2$  sind ab Fabrik in der Auswerteeinrichtung gespeichert, wobei der Testmodus nach Schließung des Ventils und Eingabe des Faktors automatisch abläuft.

[0043] Die Erfindung bezieht sich auf die Motorfrequenz f. Da aber die Motorfrequenz und die Motordrehzahl n über den für einen Asynchronmotor bekannten Zusammenhang

$$n = \frac{f \cdot 60}{P} (1 - S)$$

5 gekoppelt sind, (P: Anzahl der Pole, S: Schlupf) kann die Kontrollgröße damit auch in Abhängigkeit von der Drehzahl gebildet werden.

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Zentrifugalpumpe, die von einem Elektromotor mit variabler Frequenz angetrieben wird, bei dem man einen zu geringen Durchfluß durch die Pumpe durch Überwachen elektrischer Größen ermittelt, dadurch gekennzeichnet, daß man die elektrische Leistung ermittelt und mit einer Kontrollgröße vergleicht, die in Abhängigkeit von der Frequenz des Motors gebildet wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß man die Kontrollgröße mit Hilfe einer Referenzleistung ermittelt, die für eine vorbestimmte Referenzfrequenz gilt.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Kontrollgröße ein Produkt enthält, dessen einer Faktor von einem Benutzer vorgebarbar ist.

4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Faktor größer als eins gewählt wird.

5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß man mindestens zwei Messungen der Leistung des Motors bei unterschiedlichen Frequenzen und ohne Durchfluß durch die Zentrifugalpumpe durchführt und daraus eine Basis für die Kontrollgröße ermittelt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß man die Basis nach folgender Formel ermittelt:

$$G_{fix} = \frac{G_{f_2} - G_{f_1} * \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^3}{1 - \left(\frac{f_2}{f_1}\right)^3}$$

Wobei  $G_{fix}$ : feste Verlustleistung

$f_1$ : erste Frequenz

$f_2$ : zweite Frequenz

$G_{f_1}$ : elektrische Leistung des Motors bei Frequenz  $f_1$

$G_{f_2}$ : elektrische Leistung des Motors bei Frequenz  $f_2$

7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß man die Kontrollgröße nach folgender Beziehung bestimmt:

$$G_x = \left[ (G_{f_1} - G_{fix}) \times \left(\frac{f_x}{f_1}\right)^3 + G_{fix} \right] \times F$$

wobei  $f_x$ : aktuelle Frequenz

$G_x$ : Kontrollgröße

F: Faktor

und die übrigen Größen wie oben angegeben ist.

8. Pumpenanordnung mit einer Zentrifugalpumpe, einem Elektromotor, der die Zentrifugalpumpe antreibt, einem gesteuerten Frequenzumrichter, der den Elektromotor speist, einer Sensoreinrichtung und einer Auswerteeinrichtung, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoreinrichtung Werte für die Bestimmung der elek-

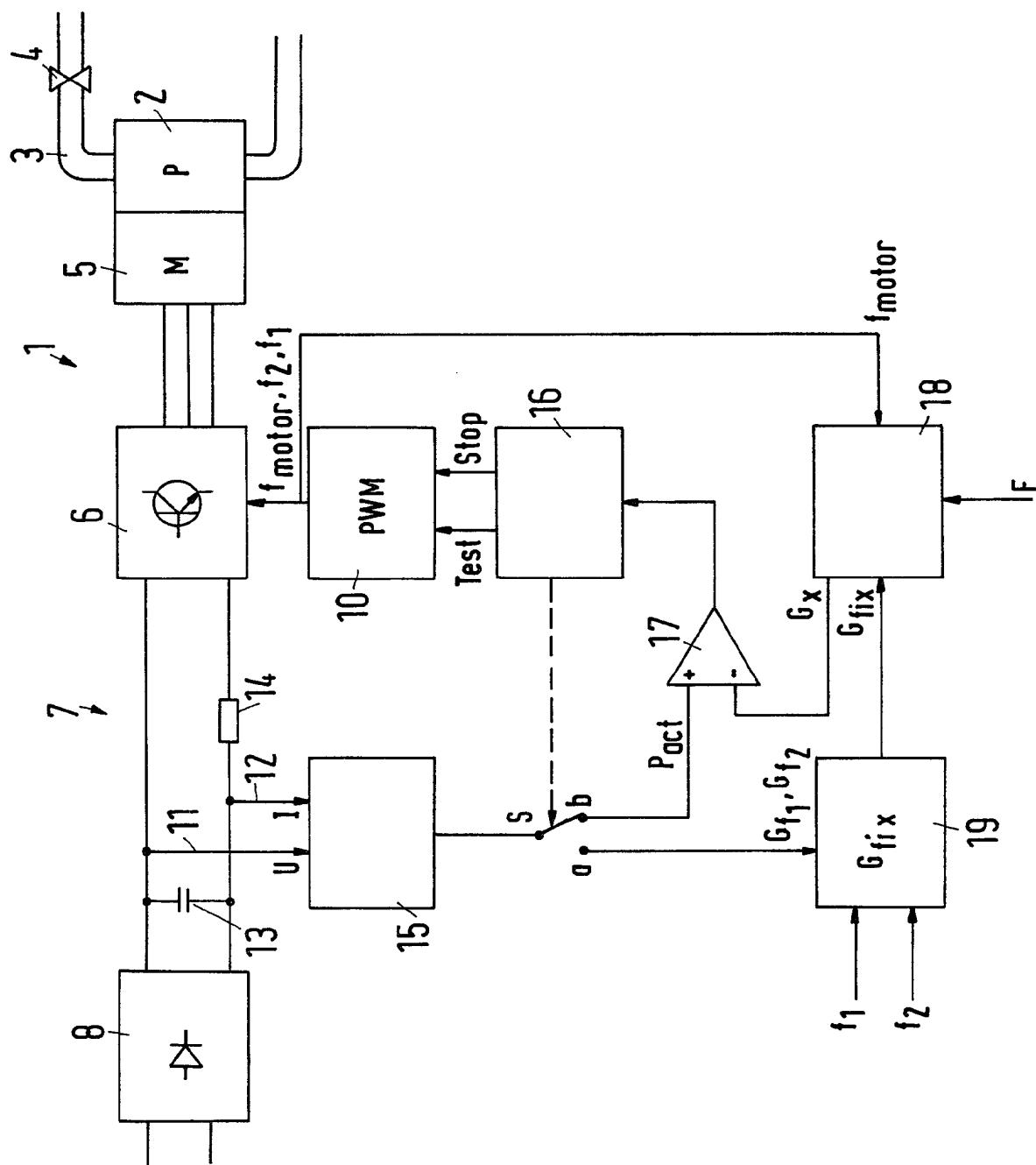
trischen Leistung ermittelt und die Auswerteeinrich-  
tung einen dynamischen Grenzwertbildner aufweist,  
der in Abhängigkeit von der Frequenz des Motors eine  
Kontrollgröße bildet.

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

**- Leerseite -**



卷之二

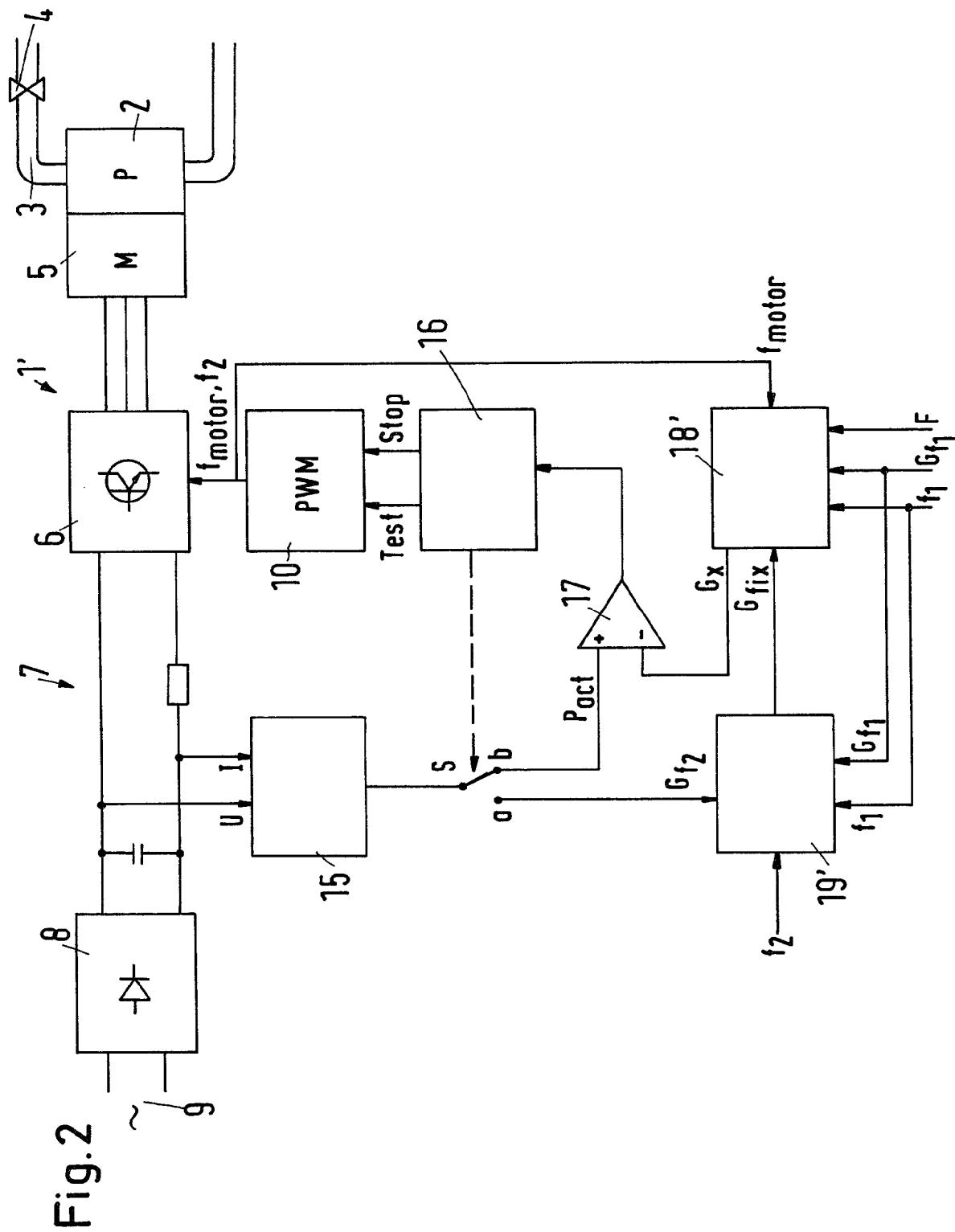


Fig. 2

**Centrifugal pump driving method involves ascertaining and comparing electrical power with control quantity formed as function of frequency of motor**

Publication number: DE10116339

**Publication date:** 2002-10-17

**Inventor:** MOELLER EIK SEFELDT (DK)

**Applicant:** DANFOSS DRIVES AS GRAASTEN (DK)

**Classification:**

**- international:** **F04D15/00; F04D15/00;** (IPC1-7): F04D15/00;  
F04B49/06

- european: F04D15/00G

**Application number:** DE20011016339 20010402

**Priority number(s):** DE20011016339 20010402

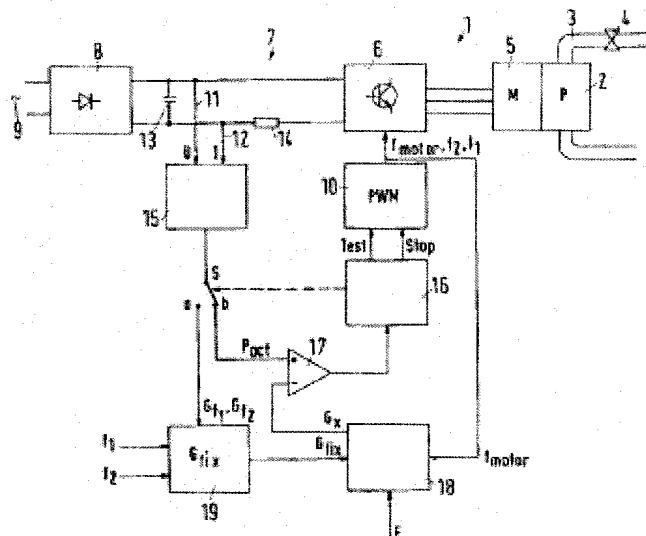
**Also published as:**

- US6715996 (B2)
- US2002176783 (A1)
- GB2376534 (A)
- FI20020623 (A)
- FI113490B (B)

**Report a data error here**

## Abstract of DE10116339

The method involves ascertaining and comparing electrical power with control quantity formed as a function of frequency of a motor (5).



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide